

①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑩ **DE 199 50 760 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 02 M 51/06

②① Aktenzeichen: 199 50 760.0
②② Anmeldetag: 21. 10. 1999
④③ Offenlegungstag: 26. 4. 2001

DE 199 50 760 A 1

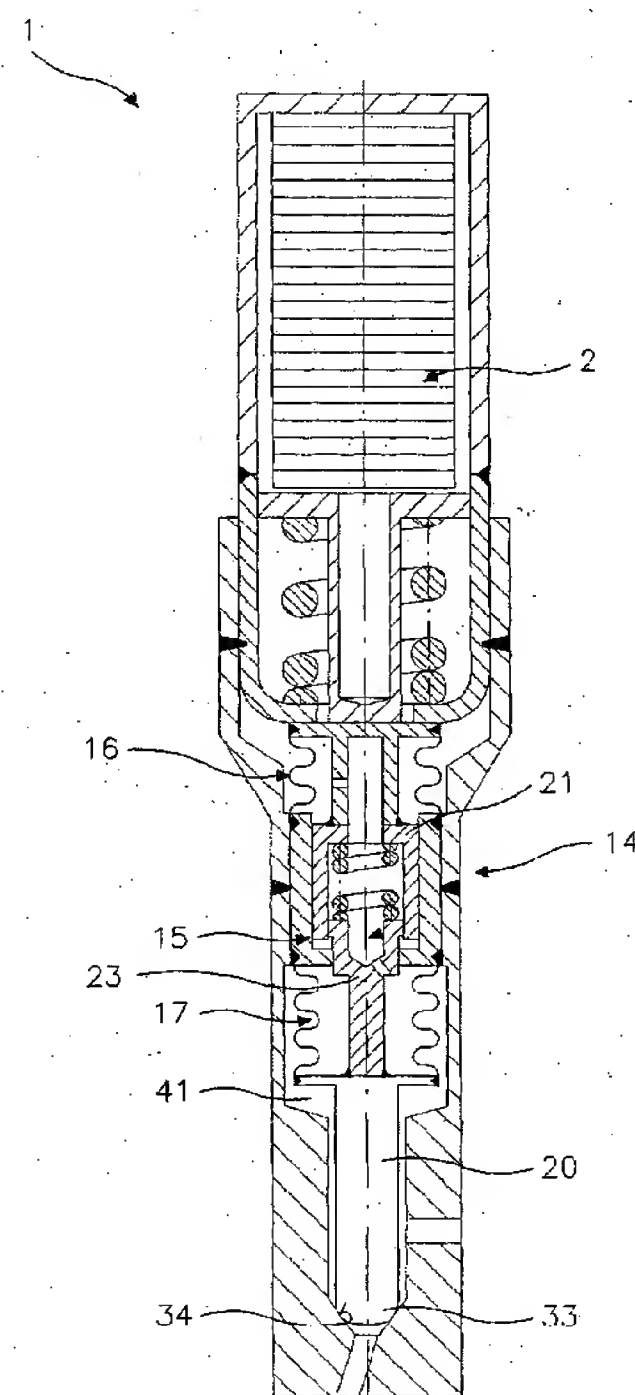
⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Ruehle, Wolfgang, 71254 Ditzingen, DE; Stier,
Hubert, 71679 Asperg, DE; Boee, Matthias, 71640
Ludwigsburg, DE; Hohl, Guenther, 70569 Stuttgart,
DE; Keim, Norbert, 74369 Löchgau, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Brennstoffeinspritzventil

⑤⑦ Ein Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere ein Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, umfaßt einen piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (2), einen von dem Aktor (2) mittels einer Ventilnadel (20) betätigbaren Ventilschließkörper (33), der mit einer Ventilsitzfläche (34) zu einem Dichtsitz zusammenwirkt, und eine hydraulische Hubeinrichtung (14) mit zwei gegeneinander beweglichen Hubkolben (21, 23). Die Hubeinrichtung (14) ist eine hermetisch gegenüber einem Ventilinnenraum (41) abgeschlossene Baueinheit und weist ein Gehäuse (15) mit mindestens einem in axialer Richtung flexiblen Abschnitt (16, 17) auf.



DE 199 50 760 A 1

Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritz- 5
ventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Ein Brennstoffeinspritzventil nach dem Oberbegriff des 10
Anspruchs 1 ist aus der DE 195 00 706 A1 bekannt.

Die in der DE 195 00 706 A1 beschriebene Einrichtung 15
zum Dosieren von Flüssigkeiten und Gasen, insbesondere in Brennstoffeinspritzventilen in Brennkraftmaschinen, besitzt einen hydraulischen Wegverstärker zur Umsetzung des 20
Stellwegs eines piezoelektrischen Aktors in einen vergrößerten Hub einer Ventilnadel. Zur bauvolumenkleinen räumlichen Integration des Wegverstärkers in das Ventilge-
häuse ist der Hubkolben des Wegverstärkers mit einem im 25
Durchmesser reduzierten Endabschnitt versehen, der in eine Ausnehmung im Arbeitskolben des Wegverstärkers hineinragt. Eine in der von den Kolben begrenzten Verstärkerkam-
mer einliegende Tellerfeder legt den Arbeitskolben an den 30
Aktor an, und eine in der Ausnehmung konzentrisch zum Endabschnitt angeordnete Schraubendruckfeder drückt den Hubkolben gegen die Ventilnadel.

Einflüsse von Temperaturänderungen, Verschleiß und 35
Fertigungstoleranzen auf den Stellweg des Aktors werden dadurch kompensiert, daß an den Führungsflächen der Ver-
stärkerkolben zwischen den Verstärkerkolben und zwischen den Verstärkerkolben und der Innenwand des Ventilgehäu-
ses jeweils ein flüssigkeitsgefüllter hohlzylindrischer Dros- 40
selspalt vorgesehen ist, über welche die Verstärkerkammer mit einem flüssigkeitsgefüllten Niederdruckraum in Verbin-
dung steht. Das von der Verstärkerkammer, den Drosselspal-
ten und dem Niederdruckraum vorgegebene Volumen ist ab-
geschlossen.

Nachteilig an der aus der DE 195 00 706 A1 bekannten 45
Hubeinrichtung ist vor allem die aufwendige Konstruktion und die Baulänge des Ventils. Durch die großen Verdrän-
gungsvolumina herrscht zudem eine hohe Kavitationsnei-
gung in den Drosselspalten.

Aus der DE 197 02 066 C2 ist ein Brennstoffeinspritz- 50
ventil bekannt, bei welchem die Längenveränderung des Aktors durch eine entsprechende Werkstoffkombination kompensiert wird. Das aus dieser Druckschrift hervorge-
hende Brennstoffeinspritzventil weist einen Aktor auf, wel-
cher unter Federvorspannung im Ventilgehäuse geführt ist 55
und mit einem aus einem Betätigungskörper und einem Kopfteil bestehenden Betätigungsteil zusammenwirkt, wo-
bei das Kopfteil auf dem Piezoaktor aufliegt und der Betäti-
gungskörper eine innere Ausnehmung des Aktors durch-
greift. Der Betätigungskörper steht mit einer Ventilnadel in 60
Wirkverbindung. Bei einer Betätigung des Aktors wird die Ventilnadel entgegen der Abspritzrichtung betätigt.

Der Aktor und der Betätigungskörper weisen zumindest 65
annähernd die gleiche Länge auf und sind in Keramikmaterial bzw. in einem in Bezug auf die Wärmeausdehnung kera-
mikähnlichen Material ausgeführt. Durch die gleichen Län-
gen und Wärmeausdehnungskoeffizienten der verwendeten
Materialien, z. B. INVAR, wird erreicht, daß sich der Aktor
und der Betätigungskörper durch Wärmeeinwirkung gleich-
mäßig ausdehnen.

Nachteilig an dieser Anordnung ist vor allem die einge-
schränkte Verwendbarkeit in Systemen, welche großen
Temperaturschwankungen unterworfen sind. Die aus der
DE 197 02 066 C2 bekannte Anordnung wird bedingt durch
das nichtlineare Verhalten des Temperatureausdehnungskoeff-
fizienten von Piezokeramiken über den Temperaturverlauf
der Aufgabenstellung nicht gerecht. Von Nachteil ist auch,
der hohe Fertigungsaufwand, welcher mit relativ hohen Ko-

sten verbunden ist, die insbesondere durch die Wahl der
Werkstoffe (z. B. INVAR) bedingt sind.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den
kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat
demgegenüber den Vorteil, daß die Temperaturkompensa-
tion unabhängig vom Wärmeausdehnungskoeffizienten der
Piezokeramik ist. Die Wärmeausdehnung wird über eine
hermetisch geschlossene Hubeinrichtung kompensiert. Da-
durch wird eine sichere und präzise Arbeitsweise des Brenn-
stoffeinspritzventils gewährleistet. Die Hubeinrichtung
kann, gegebenenfalls in einer Einheit mit der Ventilnadel,
als eigenständige Baueinheit vorgefertigt und vor dem Ein-
setzen in das Brennstoffeinspritzventil mit einem geeigneten
Hydraulikmedium gefüllt werden.

Durch die hermetische Abdichtung der Hubeinrichtung
werden Leckverluste und ein Einfließen des Brennstoffes in
die Hubeinrichtung vermieden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnah-
men sind vorteilhafte Weiterentwicklungen des im Hauptan-
spruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

Die Ausführung der flexiblen Abschnitte aus Wellrohren
ist einfach herzustellen und damit kostengünstig. Die Well-
rohre sind ferner für die Ausgleichsvolumina günstig, da
eine temperaturbedingte Ausdehnung des Hydraulikmedi-
ums durch die Flexibilität der Wellrohre ausgeglichen wird.

Die Führung der Hubkolben ineinander bzw. im ortsfe-
sten Abschnitt des Gehäuses der Hubeinrichtung ohne Über-
stände sorgt für eine geringe Neigung zum Verkanten und
damit für störungsfreien Betrieb auch bei hohen Betäti-
gungsgeschwindigkeiten.

Durch die im Vergleich zu dem Leckspalt groß dimensio-
nierten Bohrungen in den Hubkolben zum Ausgleich des
Hydraulikmediums besteht wenig Kavitationsneigung durch
Strömungen und Verwirbelungen.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeich-
nung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Be-
schreibung näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 einen axialen Schnitt durch ein Ausführungsbei-
spiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Fig. 1 zeigt in einer axialen Schnittdarstellung ein Aus-
führungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffein-
spritzventils **1**. Es handelt sich hierbei um ein nach innen
öffnendes Brennstoffeinspritzventil **1**. Das Brennstoffein-
spritzventil **1** dient insbesondere zum direkten Einspritzen
von Brennstoff in den Brennraum einer gemischverdichten-
den, fremdgezündeten Brennkraftmaschine.

Ein Aktor **2**, der vorzugsweise aus scheibenförmigen pie-
zoelektrischen oder magnetostriktiven Elementen **3** aufge-
baut ist, ist in einem zweiteilig ausgeführten Aktorgehäuse **4**
angeordnet. Der Aktor **2** ist an einer ersten Stirnseite **5** von
einem ein Deckelteil aufweisenden, ersten Aktorgehäuseteil
4a hülsenförmig umgeben und liegt mit einer zweiten Stirn-
seite **6** an einem Aktorflansch **7** an. Eine Vorspannfeder **8**
liegt mit einem ersten Ende **9** an dem Aktorflansch **7** an und
ist von einem zweiten Aktorgehäuseteil **4b** hülsenförmig
umgeben, an welchem sich das zweite Ende **10** der Vor-
spannfeder **8** abstützt. Die beiden Aktorgehäuseteile **4a** und
4b sind z. B. miteinander verschweißt. Das zweite Aktorge-

häuseteil 4b ist mit einem Ventilgehäuse 13 fest verbunden, z. B. verschweißt. Der Aktorflansch 7 setzt sich in einem Aktorkolben 11 fort, der von der Vorspannfeder 8 umgeben ist.

Im zweiten Aktorgehäuseteil 4b ist eine Ausnehmung 12 vorgesehen, durch welche der Aktorkolben 11 hindurchragt. Der Aktorkolben 11 und das zweite Aktorgehäuseteil 4b liegen an einer gegenüber einem Ventilinnenraum 41 hermetisch abgeschlossenen Hubeinrichtung 14 an, welche mit einem Hydraulikmedium gefüllt ist. Ein Gehäuse 15 der Hubeinrichtung 14 besteht aus einem ortsfesten Abschnitt 42, der zwischen einem ersten flexiblen Abschnitt 16 und einem zweiten flexiblen Abschnitt 17 angeordnet ist. Der ortsfeste Abschnitt 42 ist vorzugsweise über eine Schweißnaht 18 am Ventilgehäuse 13 fixiert.

Der erste flexible Abschnitt 16 umgibt einen ersten Hubkolben 21 und ist als ein erstes Wellrohr 22 ausgebildet. Das erste Wellrohr 22 ist abspritzseitig mit dem ortsfesten Abschnitt 42 und an seinem anderen Ende mit dem ersten Hubkolben 21 verschweißt. Der zweite flexible Abschnitt 17 umgibt einen zweiten Hubkolben 23, ist als ein zweites Wellrohr 24 ausgebildet und mit einem Flansch 19 einer Ventilnadel 20 verschweißt. Das zweite Wellrohr 24 ist ebenfalls mit dem ortsfesten Abschnitt 42 verschweißt.

Der erste Hubkolben 21 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel zweiteilig ausgeführt und besteht aus einem Zwischenstück 25, welches am Aktorkolben 11 anliegt und mit dem ersten Wellrohr 22 in Verbindung steht, und einem rohrförmigen Kolben 26, der in dem ebenfalls rohrförmigen ortsfesten Abschnitt 42 geführt ist.

Der zweite Hubkolben 23 durchgreift eine Ausnehmung 27 im abspritzseitigen Ende des ortsfesten Abschnitts 42 und ist in dem Kolben 26 geführt. Der zweite Hubkolben 23 ist mit dem zu dem Flansch 19 verbreiterten Ende der Ventilnadel 20 verbunden. An dem Flansch 19 ist im Ausführungsbeispiel das zweite Wellrohr 24 angebracht. Die Hubkolben 21 und 23 sind gegenläufig beweglich und werden durch eine Schließfeder 28 innerhalb des Kolbens 26 auseinandergedrückt, wodurch das Brennstoffeinspritzventil 1 geschlossen bleibt.

Das erste Wellrohr 22 umschließt einen ersten Ausgleichsraum 29; das zweite Wellrohr 24 umschließt einen zweiten Ausgleichsraum 30. Die Ausgleichsräume 29 und 30 sind über eine Bohrung 31a im Zwischenstück 25 und eine Bohrung 31b im zweiten Hubkolben 23 und über eine zentrale Ausnehmung 32 miteinander verbunden. Das Hydraulikmedium kann sich somit frei in der Hubeinrichtung 14 ausgleichen.

Der erste Hubkolben 21, der zweite Hubkolben 23 und der ortsfeste Abschnitt 42 des Gehäuses 15 umschließen ein ringförmiges Übertragungsvolumen 39, welches mit dem Hydraulikmedium gefüllt ist. Es dient der Impulsübertragung vom Aktor 2 auf die Ventilnadel 20, der Hubübersetzung eines kleinen Aktorhubs auf einen größeren Ventilnadelhub und der Kompensation von temperaturbedingten Ausdehnungsprozessen des Aktors 2 und der Hubeinrichtung 14. Ein Leckspalt 40 von definierter Größe, der zwischen dem Gehäuse 15 und dem Kolben 26 ausgebildet ist, ermöglicht das Ausströmen von Hydraulikmedium aus dem Übertragungsvolumen 39 in die Ausgleichsräume 29 und 30 bei langsamen, temperaturbedingten Bewegungen der Hubkolben 21 und 23.

An der Ventilnadel 20 ist ein Ventilschließkörper 33 ausgebildet, der mit einer Ventilsitzfläche 34 zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. In einem Ventilsitzkörper 35, der hier einteilig mit dem Ventilgehäuse 13 ausgeführt ist, ist, mindestens eine Abspritzöffnung 36 ausgebildet. Der Brennstoff wird über eine seitlich im Ventilgehäuse 13 ausgebildete

Brennstoffzufuhr 37 zugeleitet und über einen Zwischenraum 38 zwischen der Ventilnadel 20 und dem Ventilgehäuse 13 zum Dichtsitz geführt.

Wird dem piezoelektrischen Aktor 2 über ein nicht dargestelltes, elektronisches Steuergerät und einen Steckkontakt eine elektrische Erregungsspannung zugeführt, dehnen sich die scheibenförmigen piezoelektrischen Elemente 3 des Aktors 2 entgegen der Vorspannung der Vorspannfeder 8 aus und bewegen den Aktorflansch 7 zusammen mit dem Aktorkolben 11 in Abspritzrichtung. Der Hub wird über das Zwischenstück 25 und den Kolben 26 auf das Übertragungsvolumen 39 weitergegeben. Das Hydraulikmedium wird durch den in Abspritzrichtung bewegten Kolben 26 verdrängt und drückt den zweiten Hubkolben 23 entgegen der Federspannung der Schließfeder 28 in Richtung Aktor 2. Dabei nimmt der zweite Hubkolben 23 die mit diesem verschweißte Ventilnadel 20 mit, wodurch der Ventilschließkörper 33 von der Ventilsitzfläche 34 abhebt und Brennstoff durch die Abspritzöffnung 36 im Ventilsitzkörper 35 abgespritzt wird.

Da der Schaltvorgang sehr schnell abläuft, hat das im Übertragungsvolumen 39 eingeschlossene Hydraulikmedium keine Möglichkeit, über den Leckspalt 40 auszuweichen und verhält sich daher inkompressibel; der Impuls wird übertragen.

Erwärmt sich das Brennstoffeinspritzventil 1 durch äußere Temperatureinflüsse, Verlustleistung oder Ladungsver-schiebungen im Aktor 2, läuft die Längenveränderung des Aktors 2 dagegen langsam ab. Bewegt sich der Kolben 26 im ortsfesten Gehäuse 15 langsam in Abspritzrichtung, wird Hydraulikmedium durch den Leckspalt 40 aus dem Übertragungsvolumen 39 verdrängt, und es wird kein Impuls auf den zweiten Hubkolben 23 übertragen. Dieser bleibt in Ruhelage und das Brennstoffeinspritzventil 1 verbleibt damit in geschlossener Stellung.

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern auch bei einer Vielzahl anderer Bauweisen von Brennstoffeinspritzventilen 1, insbesondere bei nach außen öffnenden Brennstoffeinspritzventilen 1, realisierbar.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einem piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (2) und einem von dem Aktor (2) mittels einer Ventilnadel (20) betätigbaren Ventilschließkörper (33), der mit einer Ventilsitzfläche (34) zu einem Dichtsitz zusammenwirkt, und einer hydraulischen Hubeinrichtung (14) mit einem ersten Hubkolben (21) und einem zweiten Hubkolben (23), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hubeinrichtung (14) eine hermetisch gegenüber einem Ventilinnenraum (41) abgeschlossene Baueinheit ist und ein Gehäuse (15) der Hubeinrichtung (14) mindestens einen in axialer Richtung flexiblen Abschnitt (16, 17) aufweist.
2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet; daß das Gehäuse (15) der Hubeinrichtung (14) einen ortsfesten, mit einem Ventilgehäuse (13) verbundenen Abschnitt (42), einen ersten flexiblen Abschnitt (16) und einen zweiten flexiblen Abschnitt (17) aufweist, wobei der erste flexible Abschnitt (16) mit dem ortsfesten Abschnitt (42) und dem ersten Hubkolben (21) und der zweite flexible Abschnitt (17) mit dem ortsfesten Abschnitt (42) und dem zweiten Hubkolben (23) oder der von dem zweiten Hubkolben (23) betätigten Ventilnadel (20) fest verbunden ist.
3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch

gekennzeichnet, daß der erste flexible Abschnitt (16) als ein erstes Wellenrohr (22) und der zweite flexible Abschnitt (17) als ein zweites Wellenrohr (24) ausgebildet sind.

4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei gegeneinander beweglichen Hubkolben (21, 23) der Hubeinrichtung (14) in dem Gehäuse (15) der Hubeinrichtung (14) gekapselt sind.

5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Hubkolben (21) über einen Aktorkolben (11) mit dem Aktor (2) in Wirkverbindung steht.

6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Hubkolben (23) mit einem Flansch (19) der Ventalnadel (20) in Wirkverbindung steht.

7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten Hubkolben (21) und dem zweiten Hubkolben (23) eine Schließfeder (28) eingespannt ist.

8. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Hubkolben (21), der zweite Hubkolben (23) und ein ortsfester Abschnitt (42) der Hubeinrichtung (14) ein Übertragungsvolumen (39) einschließen, das mit einem Hydraulikmedium gefüllt ist.

9. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen dem Gehäuse (15) der Hubeinrichtung (14) und dem ersten Hubkolben (21) und/oder dem zweiten Hubkolben (23) ein Leckspalt (40) befindet, der den Ausgleich des Hydraulikmediums ermöglicht.

10. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der erste flexible Abschnitt (16) und der erste Hubkolben (21) ein erstes Ausgleichsvolumen (29) und der zweite flexible Abschnitt (17) und der zweite Hubkolben (23) ein zweites Ausgleichsvolumen (30) einschließen.

11. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Ausgleichsvolumen (29) und das zweite Ausgleichsvolumen (30) über Bohrungen (31a, 31b) in den Hubkolben (21, 23) in Verbindung stehen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

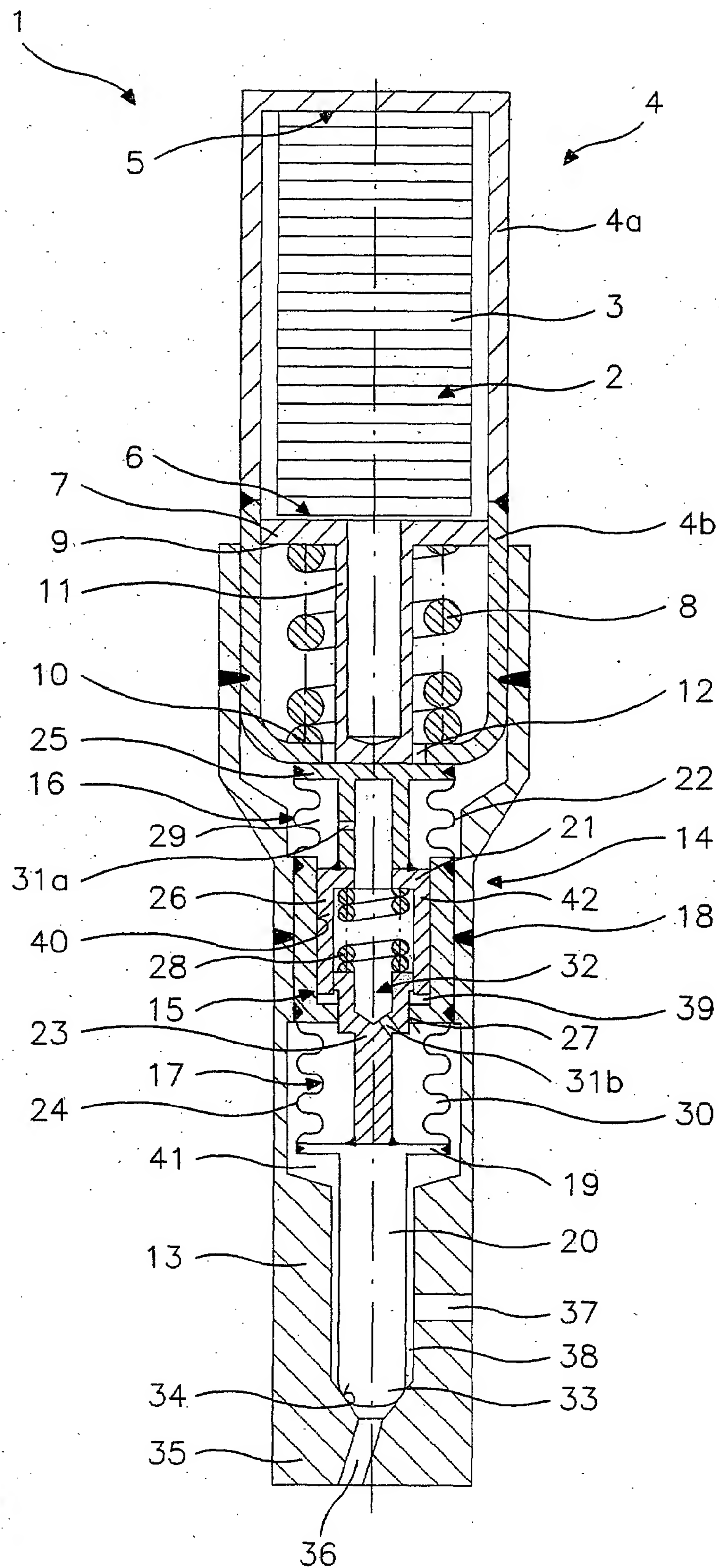


Fig. 1